Для каждой группы месторождений характерна вполне определенная последовательность в смене минеральных парагенезисов, свидетельствующая об эволюции кислотно-щелочных свойств рудообразующих растворов. Таблица и рис. показывают особенности кислотно-щелочного режима гидротермальных растворов на месторождениях рассматриваемых групп, оцененного на основе анализа дорудных и синрудных метасоматитов, характерных для рудовмещающих пород и сопряженной с ними рудной минерализации. Кислотность-щелочность рудоносных растворов оценивается широким интервалом pH от 2 до 8.

таблица

Основные типы метасоматитов, а также T и pH-характеристики рудообразующих растворов продуктивных стадий комплексных золотосодержащих и собственно золоторудных месторождений разных групп

Группы месторождений	Рудовмещающие породы	типы до- и синрудных метасоматитов / основные минералы	pH	T, ℃
1. Золото-серебря-ные алунит-кварцевые эпитермальные месторождения	Риодациты, вулканогенно-осадочные породы	**Вторичные кварциты** / кварц, каолинит, алунит, пирофиллит, диаспор, пирит (монокварциты, алунитовые, каолинитовые кварциты) **Аргиллизиты** / каолинит, диккит, монтмориллонит, хлорит, цеолиты, сидерит, анкерит, кварц **Березиты** / кварц, серицит, анкерит, пирит **Пропилиты** / альбит, хлорит, кальцит, кварц, цеолиты, серицит, гидрослюды, адуляр (эпидот, актинолит, биотит)	5-1 5-2 5-4 5-8	500-300 300-50 400-200 500-200
2. Золото-серебряные адуляр-кварцевые эпитермальные месторождения	Риодациты, анде-зиты, вулканоген-но-осадочные поро-ды	**Аргиллизиты** / каолинит, диккит, монтмориллонит, хлорит, цеолиты, сидерит, анкерит, кварц **Березиты** / кварц, серицит, анкерит, пирит **Средне- и низкотемпературные пропилиты** / альбит, хлорит, кальцит, кварц, цеолиты, серицит, гидрослюды, адуляр	5-2 5-4 5-8	300-50 400-200 350-200
3. Золото-медно-порфировые месторождения	Гранодиорит-, диорит-, монцонит-, сиенит-порфиры, известняки	**Кварц-калишпатовые (биотитовые) метасоматиты** / ортоклаз-микроклин, флогопит-биотит, кварц, ангидрит **Кварц-серицитовые метасоматиты /** кварц, серицит, пирит **Аргиллизиты** / каолинит, диккит, монтмориллонит, хлорит, цеолиты, сидерит, анкерит, кварц **Высокотемпературные пропилиты** / альбит, хлорит, кальцит, кварц, цеолиты, серицит, гидрослюды, адуляр (эпидот, актинолит, биотит)	6.5-4.5 5-4 5-2 6.5-4.5	600-350 400-200 300-50 500-300

4. Золото-скарновые месторождения	Вулканогенно-осадочные и интрузивные породы, известняки	**Высокотемпературные пропилиты** / альбит, хлорит, кальцит, кварц, цеолиты, серицит, гидрослюды, адуляр (эпидот, актинолит, биотит) **Березиты** / кварц, серицит, анкерит, пирит	6.5-4.5 5-4	500-300 400-200
5. Золото-теллуридные месторождения	Вулканогенно-осадочные породы, базальты, габбро	**Средне- и низкотемпературные пропилиты** / альбит, хлорит, кальцит, кварц, цеолиты, серицит, гидрослюды, адуляр **Березиты** / кварц, серицит, анкерит, пирит	5-8 5-4	350-200 300-150
6. Золото-мышьяковые месторождения черно-сланцевых формаций	Метаморфогенно-терригенно-черно-сланцевые породы	**Углеродистые метасоматиты** / углеродистые вещества, серицит, сидерит, магнезит, пирит, арсенопирит **Кварц-калишпатовые (биотитовые) метасоматиты** / ортоклаз-микроклин, флогопит-биотит, кварц, ангидрит **Березиты** / кварц, серицит, анкерит, пирит **Средне- и низкотемпературные пропилиты** / альбит, хлорит, кальцит, кварц, серицит, гидрослюды, адуляр	6.5-4.5 5-4 5-8	600-350 400-200 350-200
7. Золото-сурьмяные месторождения	Граниты, метаосадки, сланцы	**Пропилиты** / альбит, хлорит, кальцит, кварц, серицит, гидрослюды, адуляр (эпидот, актинолит, биотит) **Березиты** / кварц, серицит, анкерит, пирит **Аргиллизиты** / каолинит, диккит, монтмориллонит, хлорит, цеолиты, сидерит, анкерит, кварц	5-8 5-4 5-2	500-200 400-200 300-50
8. Золоторудные месторождения зеленосланцевых поясов	Метаосадки, породы от зеленосланцевой до амфиболитовой фаций метаморфизма	**микроклин-мусковит-андалузитовые метасоматиты** /+кварц, андалузит, пирит, арсенопирит; **гранат-пироксен-биотитовые метасоматиты** / +кальцит, оливин, амфибол, кварц, пирротин, арсенопирит, леллингит; **амфибол-биотит-кальцитовые метасоматиты** / +кварц, плагиоклаз, пирротин, пирит, арсенопирит; **биотит-анкерит-альбитовые метасоматиты** / +доломит, кварц, пирротин, пирит, арсенопирит; **серицит-анкерит-альбитовые метасоматиты** / +доломит, кварц, As-пирит, арсенопирит; **пропилиты** / альбит, хлорит, кальцит, кварц, серицит, гидрослюды, адуляр (эпидот, актинолит, биотит)	6-8 5-8 5-8 5-8 5-8 5-8	700-500 500-650 350-500 300-400 250-350 500-200

9. Золоторудные месторождения типа “Карлин”	Терригенно-карбонатные породы	**Кварц-каолинитовые гидротермальные аргиллизиты** / каолинит, диккит, монтмориллонит, хлорит, цеолиты, сидерит, анкерит, кварц, As-пирит, арсенопирит, реальгар, аурипигмент **пропилиты** / альбит, хлорит, кальцит, кварц, серицит, гидрослюды, адуляр (эпидот, актинолит, биотит) **Березиты** / кварц, серицит, анкерит, пирит	5-2 5-8 5-4	300-50 500-200 400-200

В формировании продуктивных минеральных парагенезисов золото-серебряных эпитермальных алунит-кварцевых месторождений принимали участие сильнокислые и кислые растворы (pH=1-5). Интенсивный кислотный метасоматизм проявляется в образовании зон монокварцитов, алунитовых и каолинитовых кварцитов, сменяющихся кварц-серицитовыми и кварц-серицит-адуляровыми метасоматитами. На глубинах более 1.2 км алунит-содержащие зоны сменяются парагенезисами с диаспором, пирофиллитом и андалузитом. В современных классификациях эти типы метасоматитов относят к вторичным кварцитам, сольфатарным аргиллизитам, березитам и низко- и среднетемпературным пропилитам (Метасоматизм ..., 1998) (Бардина, Попов, 1991; Метасоматизм …, 1998). Присутствие в околорудных метасоматитах алунита, барита, ангидрита, серы и других минералов отражает высокую степень кислотности и окисленности рудообразующих растворов на ранних стадиях. Для поздних стадий рудообразования алунит-кварцевых месторождений широкое развитие получили процессы березитизации и пропилитизации, что свидетельствует об эволюции pH растворов от кислых к близнейтральным и слабощелочным.

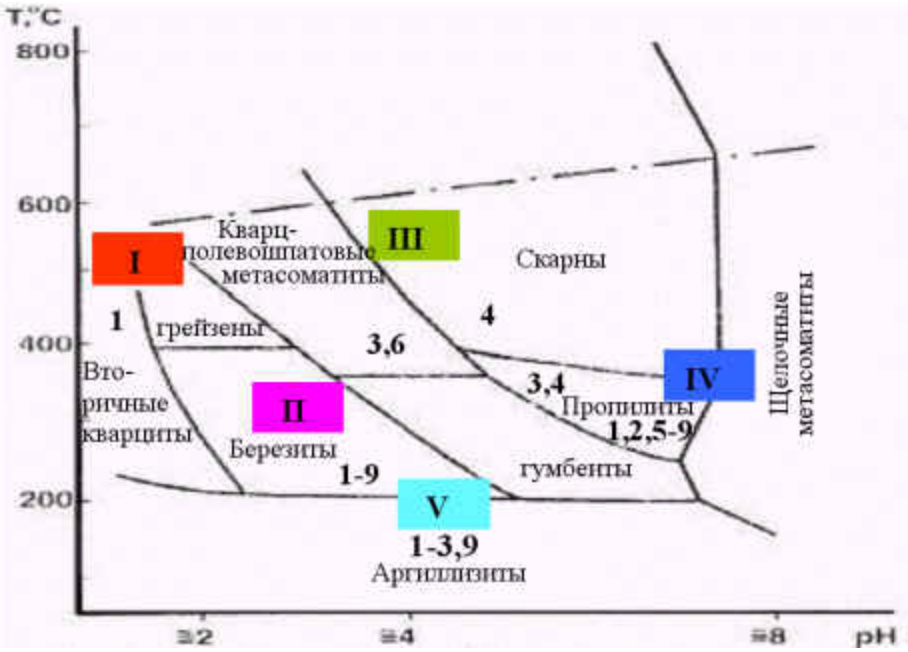

Рис. Распространенные типы метасоматитов, сопровождающие Au-Ag минерализацию на месторождениях разных групп.

I-V - типы растворов. Диаграмма взята из работы (Метасоматизм …, 1998) и дополнена данными.

На золото-серебряных эпитермальных адуляр-кварцевых месторождениях проявлен менее кислотный тип гидротермальных аргиллизитов (карбонат-каолинитовый), а также распространены березиты и средне- и низкотемпературные пропилиты, что указывает на участие слабокислых или близнейтральных и даже слабощелочных растворов (pH=4-8). Оруденение чаще всего сопровождается кварц-карбонат-адуляр-серицитовыми изменениями вмещающих пород. Согласно схеме распределения метасоматических изменений рудовмещающих пород для месторождений данной группы, растворы были слабокислые на ранних стадиях и эволюционировали на более поздних стадиях – в близнейтральные и слабощелочные.

Для золото-медно-порфировых месторождений характерен высокотемпературный тип пропилитовых метасоматитов с эпидотом, актинолитом, биотитом. pH растворов, формирующих этот тип метасоматитов, оценивается интервалом 4-6.5 (Бардина, Попов, 1991). Минеральные ассоциации магнезиальных и известковых скарнов образуются при участии растворов с pH 5.5-8, однако формирование золотосульфидной минерализации связывается со слабокислыми растворами, имеющими pH 5-4.

Повышенной щелочностью отличаются растворы, формирующие ранние продуктивные стадии золото-теллуридных, золото-мышьяковых и золото-сурьмяных месторождений. Отложение руд сопровождается щелочной метасоматизацией вмещающих пород вплоть до образования альбита или адуляра. На более поздних стадиях предполагается участие слабокислых растворов.

Метасоматические изменения в рудных зонах месторождений зеленосланцевых поясов, представленные микроклин-мусковит-андалузитовой, гранат-пироксен-биотитовой, амфибол-биотит-кальцитовой, биотит-анкерит-альбитовой, серицит-анкерит-альбитовой минеральными ассоциациями свидетельствуют о щелочном характере растворов, pH которых может достигать 6-8.

Близнейтральные водно-углекислые растворы участвуют при образовании золото-рудной минерализации на месторождениях типа "Карлин". Наиболее распространенные типы метасоматитов для месторождений данной группы представлены кварц-каолинитовыми аргиллизитами, а также березитами и лиственитами, образующимися в результате взаимодействия с гидротермальными растворами, имеющими pH 4-7. Следует отметить, что выполненная оценка pH гидротермальных ратворов для месторождений разных групп носит качественный характер и отражает лишь общую тенденцию изменения кислотности-щелочности.